

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-141955

(P2001-141955A)

(43) 公開日 平成13年5月25日 (2001.5.25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
G 0 2 B 6/32		G 0 2 B 6/32	2 H 0 3 7
6/20		6/20	2 H 0 5 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

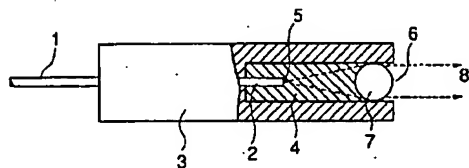
(21) 出願番号	特願平11-321455	(71) 出願人	000000044 旭硝子株式会社 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
(22) 出願日	平成11年11月11日 (1999. 11. 11)	(72) 発明者	高野 芳伸 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地 旭硝子株式会社内
		(72) 発明者	塚本 隆志 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地 旭硝子株式会社内
		(72) 発明者	嶋崎 剛 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地 旭硝子株式会社内
		Fターム (参考)	2H037 AA01 BA32 CA11 DA04 DA06 2H050 AC90

(54) 【発明の名称】 光ファイバ端末部構造体

(57) 【要約】

【課題】 精度の低い安価な接続機器を用いて接続損失の少ない接続を可能とする光ファイバ端末部構造体を提供する。

【解決手段】 光ファイバ末端部2を保持する保持部材3、保持部材3の光出口6に設けられた先端光導体7および光ファイバ末端部2と先端光導体7の間に設けられた中間光導体4からなる光ファイバ端末部構造体。



(2)

特開2001-141955

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】光ファイバ端部を保持する保持部材、保持部材の光出射口に設けられた先端光導体および光ファイバ末端と先端光導体との間に設けられた中間光導体からなることを特徴とする光ファイバ接続のための光ファイバ端部構造体。

【請求項2】先端光導体がレンズである、請求項1記載の構造体。

【請求項3】中間光導体の屈折率が、先端光導体の屈折率よりも低く、かつ、光ファイバのクラッドの屈折率と同等またはそれよりも高い、請求項1または2記載の構造体。

【請求項4】中間光導体が高粘度液体である、請求項1、2または3記載の構造体。

【請求項5】中間光導体が含ま化合物または含フッ素化合物を含む材料からなる、請求項1、2、3または4記載の構造体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバの接続のための光ファイバ端部構造体に関する。

【0002】

【従来の技術】光ファイバを接続する場合、接続損失を低減するために高精度の接続構造をとる必要がある。通常光ファイバ末端にフェルルやブラグなどの保持部材が取り付けられ、この保持部材を用いてコネクタが構成される。例えば、石英ファイバの場合、高精度に加工されたセラミック製フェルルに、石英ファイバを挿入、接着した後、フェルル端面を研磨して接続構造体とする。2本の光ファイバにおけるこのフェルル部を高精度に加工した割りスリーブに差し込み、光ファイバどうしを突き合わせて固定して、光ファイバの接続が行われる。

【0003】接続損失を減らすためには、光ファイバのコアどうしを位置精度よく突き合わせる必要がある。しかし、光ファイバのコア径は小さいもので9 μ m、大きいものでも50 μ m程度しかないことより、フェルルや割りスリーブを精度高く加工し、軸ずれなどの位置決め不完全さを低減する必要がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】光ファイバの接続には高精度の接続器具が要求されることより、経済的要求に応えることが困難な場合がある。LANなどのビル内の光通信では、長さ数m以下の短い光ファイバが、多数必要となる。そのため、むしろその両端に付けるコネクタのコストのほうが、光ファイバ自体のコストよりも高くなることが多い。したがって、寸法精度の比較的低い接続器具であっても接続損失が低い接続手段や接続器具が求められている。

【0005】

2

【課題を解決するための手段】本発明は、精度の低い安価な接続機器を用いて接続損失の少ない接続を可能とする光ファイバ端部構造体を提供するものである。本発明は、光ファイバ端部を保持する保持部材、保持部材の光出射口に設けられた先端光導体および光ファイバ末端と先端光導体との間に設けられた中間光導体からなることを特徴とする光ファイバ接続のための光ファイバ端部構造体、である。

【0006】本発明の光ファイバ端部構造体は、出射する光束の径が光ファイバ末端から出射する光束の径よりも大きくなることより、たとえ光軸のずれが生じたとしてもそれによる接続損失を小さくすることができる。言い換えれば、本発明の光ファイバ端部構造体は、軸ずれに対する許容量が大きい。したがって、寸法精度の比較的低い接続機器を用いて光ファイバの接続を行うことができる。

【0007】中間光導体は光ファイバ末端から出射する光束の径を拡大して先端光導体に送り込む。中間光導体が存在しない場合、空気の屈折率が低いために光ファイバ末端から出射する光束の径は拡大されすぎ、光ファイバ末端と先端光導体との間の距離のずれによる接合損失が大きくなる。本発明では、中間光導体を設けることにより、この光ファイバ末端と先端光導体との間の距離のずれに対する許容範囲を大きくすることができる。

【0008】中間光導体としては、液体であるかその場で（すなわち、保持部材中で）硬化しうる硬化性材料の硬化物であることが好ましい。この材料を使用することにより、光ファイバ末端と中間光導体との間に、および、先端光導体と中間光導体との間に、空気を存在させることなく、両者を直接連結できる。

【0009】この場合、中間光導体の屈折率は先端光導体の屈折率よりも小さく、かつ光ファイバの屈折率（光ファイバ中のより小さい屈折率であるクラッドの屈折率をいう）と同等かそれよりも高い屈折率であることが好ましい。このような中間光導体を用いることにより、中間光導体と光ファイバ末端と先端光導体との間に空気が存在する場合に生じるフレネル損失を低減できる。また、このような中間光導体を用いた場合には、光ファイバ末端が中間光導体中に埋めこまれることにより、光ファイバ末端面の不整による光拡散を抑制でき、これによっても接続損失を低減しうる。

【0010】

【発明の実施の形態】図1は本発明の端部構造体の1例を示す部分断面図である。光ファイバ1の端部2は保持部材3で保持され、保持部材3の内部空間中に光ファイバの端面5が位置されている。保持部材3の光出射口6に先端光導体7が設けられ、先端光導体7は保持部材3の内部空間と外部とを隔離している。保持部材3の内部空間中には中間光導体4が充填されている。光ファイバ末端から出射した光束の径は中間光導体中で拡大し先

(3)

特開2001-141955

3

端光導体から光線8として出射する。

【0011】本発明において、先端光導体は出射光をほぼ平行光にしようるレンズであることが好ましい。しかし、レンズに限らず、平板などの形状のものであってもよい。先端光導体の材質は特に限定されないが、ガラスや合成樹脂が好ましい。またその屈折率は中間光導体や光ファイバの屈折率よりも高いものが用いられる。

【0012】中間光導体は、固体であってもよい。固体としては、その場で（すなわち、保持部材の内部空間中で）硬化しないし固化する材料の硬化物ないし固化物が好ましい。硬化性材料としては、エポキシ樹脂などの常温硬化性ないし熱硬化性の合成樹脂、紫外線硬化性合成樹脂などがある。固化しようる材料としては、溶剤可溶性合成樹脂の溶液などがあり、溶剤を除去してその場で固化させることができる。また、その場で硬化しないし固化してゲル状の物質となる合成樹脂やその他の物質を用いることもできる。

【0013】中間光導体は液体であってもよい。液体としては、特に高粘度の液体であることが好ましい。液体は保持部材の内部空間が密閉されている場合に使用でき、内部空間の開口部から液体を充填し開口部を閉じることにより密閉できる。流動性が極めて低くかつ不揮発性の液体の場合は液体が消失しないかぎり内部空間は必ずしも密閉されていなくてもよい。また、高粘度液体の場合は、溶剤に溶解して内部空間に注入し、開口部から溶剤を蒸発除去する方法で充填することもできる。液体の中間光導体は固体のものに比較して硬化や固化による材料の収縮が起こり難く、より好ましい材料である。

【0014】中間光導体として使用する液体は不揮発性であることが望ましく、大気圧下での蒸気圧が133Pa以下または沸点が200℃以上が好ましく、さらに好ましくは大気圧下での蒸気圧が13.3Pa以下または沸点が250℃以上である。その粘度は、特に限定はされないが、室温で0.1~1万Pa・s、特に10~1000Pa・sが好ましい。

【0015】中間光導体の屈折率は、中間光導体とともに使用される先端光導体や光ファイバの屈折率にもよるが、通常1.2~1.5、特に、1.30~1.48が好ましい。後述の好ましい光ファイバのように低屈折率の材料を用いた光ファイバとともに使用される場合は、その光ファイバの屈折率（すなわち、そのクラッドの屈折率）~【先端光導体の屈折率-0.05】の範囲にあることが好ましい。

【0016】具体的な中間光導体材料としては以下の化合物がある。（ ）内は屈折率を表す。これらは常温で高粘度の液体である。

【0017】グリセリン（ $n=1.47$ ）、高級アルコール（ $n=1.42\sim1.48$ ）、シリコンオイル（ $n=1.40\sim1.50$ ）などの非フッ素系液体。パーフルオロポリエーテル（ $n=1.19\sim1.31$ ）、

4

フルオロシリコン（ $n=1.34\sim1.40$ ）、クロロトリフルオロエチレンオリゴマ（ $n=1.38\sim1.41$ ）、下記含フッ素脂肪族環構造を有する重合体であって低重合度のもの（ $n=1.29\sim1.35$ ）、などのフッ素系液体。

【0018】中間光導体材料の注入のためなどに溶剤を使用しようる。溶剤としては、中間光導体材料を溶解しようる比較的低沸点の溶剤が使用される。フッ素系液体を溶解しようる溶剤としては、例えば以下のフッ素系溶剤がある。パーフルオロヘキサン、パーフルオロオクタン、パーフルオロデカンなどのパーフルオロアルカン。パーフルオロトリプロピルアミン、パーフルオロトリブチルアミンなどのパーフルオロトリアルキルアミン。パーフルオロ（2-ブチルテトラヒドロフラン）などのパーフルオロ環状エーテル。パーフルオロベンゼンなどのパーフルオロ芳香族化合物。

【0019】本発明における光ファイバとしては、石英などの無機質ガラスを材質とするガラス光ファイバ、アクリル系樹脂などの合成樹脂を材質とするプラスチック光ファイバ（以下POFという）、コアが石英などの無機質ガラスでクラッドが合成樹脂である光ファイバなど種々の光ファイバを使用しようる。また、ステップインデックス型（SI型）光ファイバ、グレーテッドインデックス型（GI型）光ファイバ、シングルモード型光ファイバなどのいずれであってもよい。本発明は特に短距離通信用に適したPOFの接続に適用されることが好ましい。このような短距離通信用POFは、接続箇所が多く、より経済的な接続手段が求められているからである。

【0020】POFとしては、アクリル系樹脂を用いたPOFが広く使用されているが、通信用としては特にフッ素樹脂を材料とするPOFが好ましい。フッ素樹脂を材料とするGI型POFとしては、例えば特開平8-5848に記載のPOFが好ましい。このフッ素樹脂を材料とするPOFは、従来のアクリル系樹脂製POFではなしえなかった近赤外光の伝送特性に優れ、特に短距離通信用のPOFとして有用である。このPOFの材料に用いられるフッ素樹脂はC-H結合を有しない非結晶性フッ素樹脂であることを特徴とする。以下、この非結晶性フッ素樹脂について説明する。

【0021】POFの材料となるフッ素樹脂としてはC-H結合を有しない非結晶性の含フッ素重合体からなる。特に、主鎖に環構造を有する含フッ素重合体からなるフッ素樹脂が好ましい。主鎖に環構造を有する含フッ素重合体としては、含フッ素脂肪族環構造、含フッ素イミド環構造、含フッ素トリアジン環構造または含フッ素芳香族環構造を有する含フッ素重合体が好ましい。

【0022】主鎖に含フッ素脂肪族環構造を有する含フッ素重合体は、含フッ素イミド環構造、含フッ素トリアジン環構造、含フッ素芳香族環構造を有する含フッ素重合

(4)

特開2001-141955

5

合体などに比べ、熱延伸または溶融紡糸によるファイバ化に際してもポリマ分子が配向しにくく、その結果光の散乱を起こすこともないなどの理由から、より好ましい重合体である。

【0023】主鎖に含フッ素脂肪族環構造を有する含フッ素重合体は、重合体の主鎖が炭素原子の連鎖からなり、含フッ素脂肪族環の環を構成する炭素原子の1個以上が主鎖の炭素原子である重合体である。含フッ素脂肪族環は含フッ素脂肪族エーテル環であることが好ましい。

【0024】主鎖に含フッ素脂肪族環構造を有する重合体としては、含フッ素環構造を有するモノマを重合して得られるものや、少なくとも2つの重合性二重結合を有する含フッ素モノマを環化重合して得られる主鎖に含フッ素脂肪族環構造を有する重合体が好適である。

【0025】含フッ素脂肪族環構造を有するモノマとしては、特公昭63-18964などに記載のモノマ、例えば、パーフルオロ(2,2-ジメチル-1,3-ジオキソール)などの含フッ素脂肪族環構造を有するモノマがある。このモノマを重合して得られる主鎖に含フッ素脂肪族環構造を有する重合体としては、このモノマの単独重合体、または、このモノマをテトラフルオロエチレン、クロロトリフルオロエチレン、パーフルオロ(メチルビニルエーテル)などのラジカル重合性モノマと共重合することにより得られる共重合体がある。

【0026】また、少なくとも2つの重合性二重結合を有する含フッ素モノマとしては、特開昭63-238111や特開昭63-238115などに記載のモノマ、例えば、パーフルオロ(アリルビニルエーテル)やパーフルオロ(ブチルビニルエーテル)などのモノマがある。このモノマを環化重合して得られる主鎖に含フッ素脂肪族環構造を有する重合体としては、それらモノマの単独重合体や共重合体、または、それらモノマの1種以上をテトラフルオロエチレン、クロロトリフルオロエチレン、パーフルオロ(メチルビニルエーテル)などのラジカル重合性モノマと共重合することにより得られる共重合体がある。

【0027】また、パーフルオロ(2,2-ジメチル-1,3-ジオキソール)などの含フッ素脂肪族環構造を有するモノマとパーフルオロ(アリルビニルエーテル)やパーフルオロ(ブチルビニルエーテル)などの少なくとも2つの重合性二重結合を有する含フッ素モノマとを共重合することによっても主鎖に含フッ素脂肪族環構造を有する重合体得られる。

【0028】主鎖に含フッ素脂肪族環構造を有する重合体としては、環構造を有する重合単位を全重合単位に対して20モル%以上、特に40モル%以上含有するものが透明性、機械的特性などの面から好ましい。

【0029】上記フッ素樹脂を材料としてGⅠ型POFやSⅠ型POFを製造することは公知であり、例えば特

6

開平8-5848、特開平8-304635、特開平2-101809などに記載されている。また、このようなPOFの末端処理や接続構造などについては、特開平10-239538、特開平10-239569などに記載されている。

【0030】本発明の端末部構造体はコネクタの部材として使用できる。すなわち、従来のフェールルやプラグのかわりにスリーブやハウジングと組み合わせてコネクタを構成できる。

10 【0031】中間光導体の屈折率による接続損失のシミュレーションの例を図2、図3および表1に示す。図2は、本発明の端末部構造体を模式的に示した側面図であり、2本の前記フッ素樹脂を材料としたGⅠ型POF(特開平8-5848に記載のもの)10、11の末端部を突き合わせて接続する構造を示す。2本の光ファイバ10、11それぞれの先端の先にボールレンズ(先端光導体)12、13と、それぞれの光ファイバ先端とボールレンズとの間に中間光導体14、15が設けられている。2個のボールレンズ間の距離をL、それぞれの光ファイバとボールレンズ間の距離を等しくしてその距離dとした。

【0032】GⅠ型POFは、コア屈折率1.357、クラッド屈折率1.342、コア径0.15mmとし、ボールレンズは径1mm、屈折率1.53とし、2個のボールレンズ間には空気(屈折率=1)が存在する。中間光導体の屈折率は1.342とした。Lを0mm、1.5mmおよび5mmとし、dを変化させたときの接続損失の光線追跡による計算値を図3のグラフに示す(ただし、フレネル損失は含まない)。また、Lを1.5mmとし、中間光導体を用いない場合(中間光導体のかわりに空気が存在する)についても同様に計算した結果を図3に示す。

【0033】また、中間光導体の種類(屈折率)を変更したときのフレネル損失(6面の合計)のシミュレーション結果を表1に示す。結合損失の総量は、図3のレンズの収差、位置ずれと表1のフレネル損失の合計となる。

【0034】

【表1】

中間光導体の屈折率	フレネル損失
1	0.967
1.342	0.427
1.4	0.41
1.45	0.409
1.53	0.427

【0035】図3に示されるように、中間光導体を用いてLが1.5mmのとき、中間光導体を用いない場合に比べdの広い範囲で低い損失値を得た。これは、中間光導体を用いた場合、POFからの光ビームの広がりが小

(5)

特開2001-141955

7

さいため、 d がずれても、損失の増加が少ないことによる。フレネル損失に関しては、空気（屈折率=1）に比べ中間光導体の屈折率をPOFのクラッドの屈折率以上、ボールレンズの屈折率未満とすることでフレネル損失を小さくすることができる。このように、中間光導体を用いることにより、レンズの収差、位置ずれおよびフレネル反射による損失を、減らすことができる。

【0036】

【実施例】以下本発明を実施例により具体的に説明するが、本発明はこの実施例に限定されない。保持部材としてSUS製の図1に示す形状のフェルールを使用した。フェールの外径は2.5mm、長さ16mm、光出射口の径は0.5mm、内部空間の径は1mm、内部空間の長さは1.5mmとした。

【0037】パーフルオロ（ブテニルビニルエーテル）

【以下、PBVEという】の環化重合体（数平均分子量56000、屈折率1.342）を用い、中心部に高屈折率ドーパントを分布させたG1型光ファイバを用いた。このG1型光ファイバのコア屈折率は1.357、クラッド屈折率は1.342、クラッド径は0.75mm、コア径は0.15mm、NAは0.2とした。フェール内に径1mmのガラス製ボールレンズ（屈折率 *

*1.53）と光ファイバを固定し、光ファイバ末端面とボールレンズ間の距離を0.35mmとした。中間光導体としてPBVEのオリゴマ（平均分子量900、沸点160℃、室温における粘度65Pa・s）を、開口部からフェール内にシリンジを用いて注入した。

【0038】以上のように製作したコネクタを2組用い、レンズどうしを1.5mmの間隔をおいて向かい合わせ、実験を行ったところ、結合損失は1dBであった。比較として中間光導体を入れない場合は、結合損失は2dBであった。

【図面の簡単な説明】

【図1】光ファイバ末端部構造体の部分断面図。

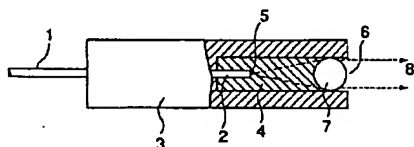
【図2】端末部構造体を模式的に示した側面図。

【図3】図2における距離 d を変化させたときの接続損失の光線追跡による計算値を示すグラフ。

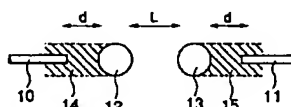
【符号の説明】

- 2：端部
- 3：保持部材
- 4：中間光導体
- 6：光出射口
- 7：先端光導体

【図1】



【図2】



【図3】

